

Efectos del barniz sobre el color de las reintegraciones cromáticas.

Effects of varnish on the color of chromatic reintegrations.

De la Roja de la Roja, José Manuel (1,2); Santos Gómez, Sonia (1,2); García Fernández-Villa, Silvia (1,2); San Andrés Moya, Margarita (1,2).

(1) Dpto. de Pintura-Restauración, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense, Madrid.

(2) Grupo de Investigación en Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio, Universidad Complutense, Madrid.

msam@art.ucm.es

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la restauración de las obras de arte policromadas, el tratamiento de las denominadas *lagunas* o pérdidas existentes en su capa pictórica es uno de los problemas más habituales a los que se tienen que enfrentar los restauradores.

Por lo general, la apariencia cromática que suelen presentar estas lagunas, difiere en muchos casos de manera patente del entorno de la capa pictórica adyacente que aún permanece en la obra. De esta forma, las lagunas se presentan desde un punto de vista perceptivo como interrupciones cromáticas de la superficie pictórica apreciándose de una forma notoria y precisa, atrayendo de forma indebida la atención del espectador y llegando incluso a percibirse como una figura, mientras que la propia imagen pictórica actúa como fondo de la misma [1]. Esta anómala percepción conlleva que se establezca una inversión de prioridades entre la laguna y la capa pictórica. Esta notoriedad y, en muchos casos, primacía de la laguna sobre la capa pictórica, hace que la lectura de la obra de arte no sea la adecuada (Figura 1a).

Como solución al problema planteado, se viene utilizando el denominado proceso de *reintegración cromática*, que tiene como principal objetivo situar la laguna en el plano que le corresponde en la obra, mediante su integración en la capa pictórica y, de esta manera, restablecer el equilibrio cromático del conjunto (Figura 1b). Normalmente, el restaurador realiza este proceso de una forma empírica, a partir de sus conocimientos sobre la teoría del color y de su propia experiencia.

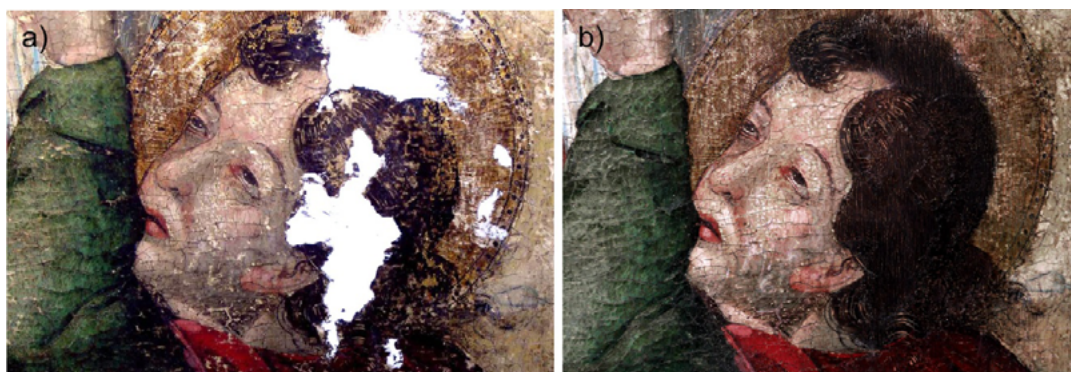


Figura 1.- Fragmento de la obra “El Descendimiento de la Cruz”, en la que se puede apreciar la existencia de distintas lagunas en la capa pictórica a) y una vez realizada la reintegración cromática b).

Tamaño del original: 168 X 74 cm, Tamaño del detalle: 12,8 X 16,1 cm; “El Descendimiento de la Cruz”, Anónimo, ca. XVI, Cortesía Arzobispado de Toledo.

Son varios los factores que influyen en el éxito de este proceso; por ejemplo, se ha comprobado que la diferencia de luminosidad entre la zona reintegrada y la capa de pintura adyacente es determinante en la percepción de la primera [2]. Por otra parte, en función del resultado final que se pretenda conseguir, el proceso de *Reintegración Cromática* se puede realizar utilizando diferentes técnicas. Así, en el ámbito de la denominada *reintegración visible o discernible* son de aplicación, entre otras, las siguientes: puntillismo, *trateggio* o *rigatino*. Todas estas técnicas se fundamentan en la reproducción de un color realizando múltiples trazos de diferentes colores, diferenciándose cada técnica en la forma del trazo que se utilice; así por ejemplo, en el puntillismo se realizan en forma de puntos y en el *trateggio* en forma de líneas [3], siendo la mezcla óptica del conjunto de los trazos la que permite obtener la sensación visual del color deseado.

Teniendo en cuenta la distancia de observación a la obra pictórica, con este proceso se consigue, por un lado, que el observador pueda detectar la reintegración cromática efectuada, al aproximarse a la obra, descartándose así una posible falsificación, y por otro, integrar cromáticamente las lagunas en la capa pictórica, cuando la obra es visualizada a cierta distancia.

La ejecución práctica del proceso de reintegración cromática se lleva a cabo de forma manual, realizando los múltiples puntos o trazos mediante pincel, de un tamaño o grosor suficientemente fino, y aplicando el color mediante diferentes materiales, siendo generalmente los más utilizados la acuarela, como procedimiento al agua, o productos comercializados a base de resinas sintéticas, como los de los fabricantes *Maimeri* o *Gamblin* [4, 5]. En cualquiera de los casos, se ha comprobado que una vez efectuada la reintegración, ésta suele experimentar un cambio cromático apreciable cuando se aplica una capa de barniz sobre la misma. Este efecto da lugar a que, en muchos casos, sea preciso realizar nuevos ajustes de color para conseguir su completa igualación con la capa pictórica.

Una vez planteada la problemática y considerando su importancia dentro del proceso, el objetivo de este trabajo es cuantificar, mediante las correspondientes medidas colorimétricas, las diferentes variaciones de los parámetros de tono, croma y claridad, que experimentan los colores aplicados mediante las acuarelas y los colores para restauración *Gamblin*, una vez que se aplica sobre éstos una capa de barniz.

MATERIALES Y MÉTODO

PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Para llevar a cabo este estudio, en primer lugar se han preparado una serie de probetas con las que se intenta simular la estructura de una obra pictórica, sobre la que se tendría que realizar el proceso de reintegración cromática. Para ello, se han utilizado cuatro soportes rígidos de madera de 30 x 22 cm, sobre los que se ha aplicado una preparación de estuco a base de yeso mate y cola animal, preparada en caliente mediante la disolución de cola de conejo (10 g) en agua (100 ml) y posterior adición de yeso mate (120 g). Una vez elaborado el estuco se aplicó en tres capas con paletina de cerda natural, dejando un tiempo de secado entre capas de al menos 5 horas y nivelando finalmente la superficie con una cuchilla plana hasta obtener un sustrato homogéneo.

Sobre los soportes así preparados, se han aplicado un total de 12 pigmentos aglutinados. Seis de ellos están aglutinados con una técnica acuosa, acuarela, en la que se utiliza como aglutinante goma arábica. Los otros seis (comercializados como “Colores para Conservación” por la casa *Gamblin*) están aglutinados con una resina aldehídica, Laropal A-81. Los colores a la acuarela son colores en pastilla *Artists' Water Colour*, de Winsor & Newton y se han aplicado disueltos en agua en la proporción (color:agua) 1:7,7 (m/V). A esta mezcla se le ha añadido 0,01ml de tensoactivo Tritón X-100. Los colores aldehídicos se han disuelto para su aplicación en la proporción (color:disolvente) 1:7,5 (m/V).

El disolvente empleado ha sido una mezcla de lactato de etilo/ligroína en la relación 1:3. En la Figura 2 se muestran los materiales utilizados y el proceso seguido para su aplicación. En las Tablas 1 y 2 se recogen los datos referentes a la composición de los colores ensayados y que son los aportados por el fabricante.

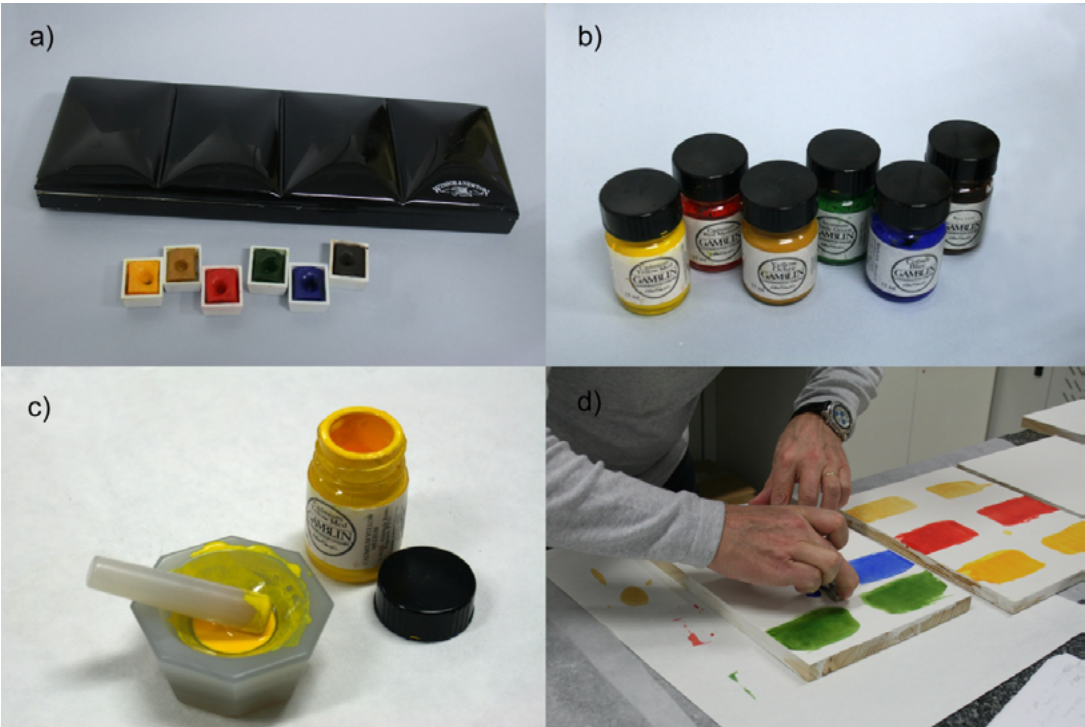


Figura 2.- a) Colores acuarelas Winsor & Newton; b) Colores Gamblin; c) Preparación de color Amarillo de Cadmio Medio de Gamblin; d) Aplicación del color Azul de Cobalto de acuarela sobre el soporte.

Acuarela (Winsor & Newton) Artists' Water Colour						
	(A1)	(A2)	(A3)	(A4)	(A5)	(A6)
Nombre	Amarillo de Cadmio	Rojo de Cadmio	Ocre Amarillo	Verde Oliva	Azul de Cobalto	Sombra Tostada
Número	108(085)	094 (082)	744(059)	447 (033)	178 (066)	076 (009)
Descripción química	Sulfuro doble de cadmio zinc, Sulfoseleniuro de cadmio	Sulfoseleniuro de cadmio	Óxido de hierro natural	Óxido de hierro sintético, Ftalocianina de cobre clorada	Aluminato de cobalto	Óxidos de hierro sintético y natural
Color Index	PY35/PO20	PR108	PY43	PY42/PG7	PB28	PBr7/PR101/ PY42

Tabla 1. Pigmentos utilizados con la técnica de acuarela.

<i>Gamblin</i> (Conservation colors)						
	(G1)	(G2)	(G3)	(G4)	(G5)	(G6)
Nombre	Amarillo de Cadmio Medio	Rojo de Cadmio Medio	Ocre Amarillo	Verde de Óxido de Cromo	Azul de Cobalto	Sombra Tostada
Descripción química	Sulfuro de cadmio concentrado	Sulfoseleniuro de cadmio concentrado	Óxido de hierro natural hidratado	Óxido de cromo verde	Óxido doble de cobalto y aluminio	Óxido de hierro natural calcinado (contiene manganeso)
Color Index	PY37	PR108	PY43	PG17	PB28	PBr7

Tabla 2. Pigmentos Gamblin (aglutinados con resina Laropal A-81).

La aplicación de cada color se ha realizado por duplicado, directamente sobre la preparación de estuco y con la ayuda de un aplicador cilíndrico, lo que ha permitido obtener dos áreas de color de aproximadamente 5 x 10 cm y un espesor de capa de 60µm (Figura 3). Cada una de estas áreas se divide a su vez en tres partes. En un área se ha barnizado, aproximadamente, un tercio con un barniz mate (Matt acrylic picture varnish de Lefranc & Bourgeois) y, en la otra área, un tercio, con un barniz brillante (Picture Varnish J. G. Vibert de Lefranc & Bourgeois) (Figura 4).

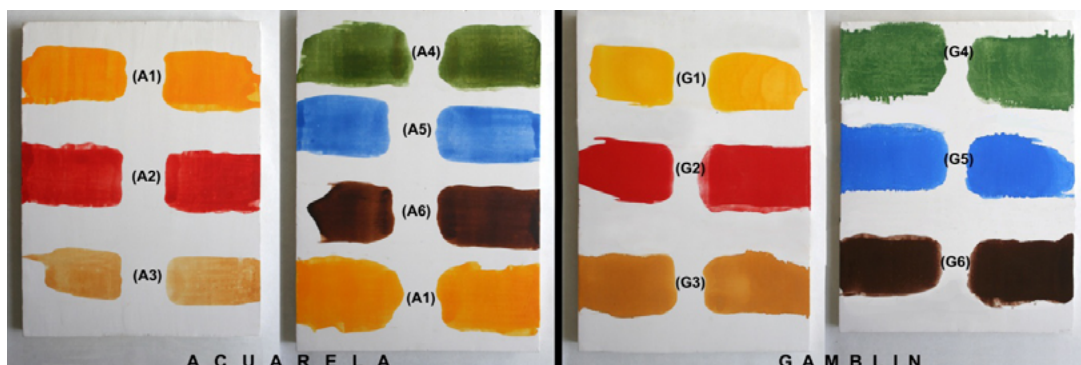


Figura 3.- Probetas de los diferentes colores aplicados con las técnicas de acuarela y Gamblin.

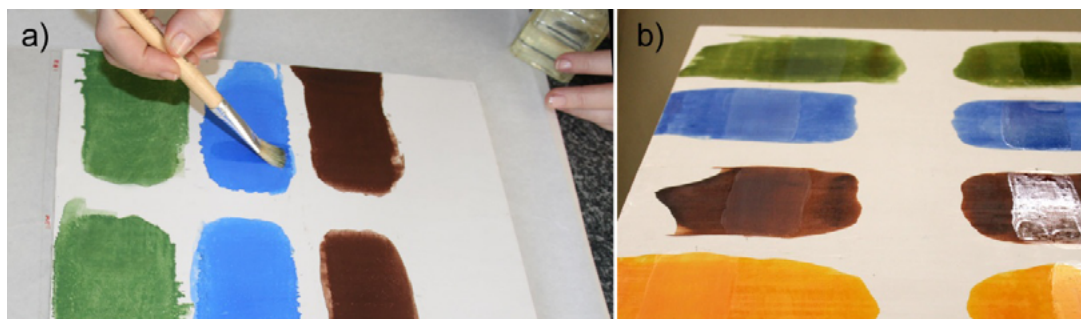


Figura 4.- a) Aplicación del barniz brillante sobre colores para reintegración Gamblin; b) Colores acuarela con la aplicación del barniz mate (columna izqda.) y barniz brillante (columna dcha.).

ANÁLISIS COLORIMÉTRICO

Para determinar las variaciones cromáticas experimentadas con la aplicación del barniz se ha utilizado un espectrofotómetro Konica Minolta CM 2600d, con un rango de 400 – 700 nm y un intervalo de medición 10 nm. Trabaja con geometría óptica de reflexión (de: 8º). El diámetro de área de medida es de 3 mm. Las medidas se han expresado en coordenadas CIELAB (L^* a^* b^*) suponiendo un iluminante patrón CIE D65 y observador patrón CIE 1964 10º. Los valores de las coordenadas CIELAB utilizados corresponden a los promedios de al menos cinco medidas. Los valores cromáticos se han obtenido mediante el software CM-S100w 1.91.0002 SpectraMagic siendo procesados en hoja de cálculo. Las diferencias de color se han calculado mediante la ecuación avanzada recomendada por la CIE CIEDE2000 [6]:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)} \quad (\text{Ec. 1})$$

donde $K_L=1$; $K_C=1$; $K_H=1$

Las diferencias de color se han determinado tomando como referencia las medidas correspondientes a las muestras no barnizadas. Las medidas han sido realizadas siempre sobre la misma zona (1,5 x 1,5 cm) antes y después de la aplicación del barniz. Por otra parte las diferencias de color umbrales y superiores al umbral se han establecido de acuerdo a las recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color [7].

RESULTADOS

Los valores colorimétricos obtenidos indican que, en todos los casos, la aplicación de una capa de barniz provoca una variación cromática (ΔE_{00}) perceptible. Sin embargo, esta variación es diferente según la técnica pictórica utilizada en la aplicación de los colores, al agua (acuarela) o con resina aldehydica (*Gamblin*) y también depende del tipo de barniz aplicado, mate o brillante. En los siguientes párrafos se exponen de manera más detallada los resultados obtenidos.

Con relación a las muestras realizadas con la técnica de la acuarela, en las que se ha aplicado barniz mate, las variaciones cromáticas se sitúan en torno al rango de supra umbral de percepción (ΔE_{00} oscila entre 1,24±0,58 y 2,93±0,40). Estas variaciones tienden a ser superiores en aquellos colores que inicialmente presentan una menor claridad (Rojo de Cadmio, Verde Oliva y Sombra Tostada). Sin embargo, la aplicación de un barniz brillante da lugar a diferencias de color mucho más acusadas (ΔE_{00} oscila entre 3,73±0,67 y 12,05±0,97); al igual que en el caso de la aplicación del barniz mate, los colores a la acuarela que presentan mayor variación de color son los que tienen menor claridad.

A partir de las relaciones ($\Delta L'/\Delta E_{00}$), ($\Delta C'/\Delta E_{00}$) y ($\Delta H'/\Delta E_{00}$) se constata que tanto en las muestras en las que se ha aplicado barniz mate como brillante, la variación de la claridad y del croma son las que tienen mayor influencia en la diferencia de color y, en general, se produce una disminución de la claridad y un aumento del croma. Asimismo, según los resultados obtenidos, las muestras sobre las que se ha aplicado el barniz brillante, presentan unas diferencias de color (ΔE_{00}) que son del orden de tres veces superior, con respecto a las que presentan estos mismos colores sobre los que se ha aplicado el barniz mate (Tabla 3).

Acuarela	Barniz	ΔE_{00}	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*
Amarillo de Cadmio 108 (085) (A1)	Mate	1,66±0,15	-1,78±0,10	-0,21±0,28	-1,84±0,27
	Brillante	4,34±0,27	-4,23±0,23	15,67±2,11	1,17±0,73
Rojo de Cadmio 094 (082) (A2)	Mate	2,36±0,18	-2,35±0,18	0,44±0,13	-0,66±0,07
	Brillante	10,40±0,86	-7,34±0,24	18,63±1,49	11,21±0,55
Ocre Amarillo 744 (059) (A3)	Mate	1,45±0,27	-1,87±0,32	1,87±0,63	-0,04±0,17
	Brillante	3,73±0,67	-4,04±0,24	7,79±1,73	1,11±0,36
Verde Oliva 447 (033) (A4)	Mate	2,62±0,47	-2,51±0,59	-0,97±0,74	1,23±0,20
	Brillante	6,05±0,63	-4,74±0,24	11,57±0,99	0,09±0,13
Azul de Cobalto 178 (066) (A5)	Mate	1,24±0,58	0,87±0,75	-2,42±0,39	-1,54±0,38
	Brillante	4,81±0,78	-4,59±0,88	1,59±0,45	-1,99±0,43
Sombra Tostada 076 (009) (A6)	Mate	2,93±0,40	-3,32±0,51	0,98±0,67	-1,11±0,26
	Brillante	12,05±0,97	11,21±1,17	18,71±1,96	6,40±0,77

Tabla 3. Variación cromática de las muestras de acuarela con la aplicación de barniz mate o brillante.

En cuanto a las muestras realizadas con los colores para reintegración *Gamblin*, la aplicación de un barniz mate o de un barniz brillante, da lugar a una variación cromática significativa y tiende a ser mayor en los colores de menor claridad. En las muestras barnizadas con barniz mate, las variaciones cromáticas son superiores al supra umbral de percepción (ΔE_{00} oscila entre 2,44±0,73 y 3,81±0,06), llegando incluso a una gran diferencia de color en el caso de la muestra de sombra tostada (ΔE_{00} = 6,53±0,67). En el caso de la aplicación de un barniz brillante, los valores de ΔE_{00} constatan grandes diferencias de color (ΔE_{00} oscila entre 4,33±0,15 y 10,75±0,58). Tanto en el caso de la aplicación de un barniz brillante como mate, la variación del color se debe fundamentalmente a la variación de la claridad, que tiende a disminuir, o bien al croma, que en general tiende a aumentar; estas variaciones son más acusadas con el barniz brillante. Por último, las muestras con barniz brillante presentan un ΔE_{00} promedio que se sitúa en torno a dos veces al que corresponde a las muestras con barniz mate, excepto en el caso de la muestra de Amarillo de Cadmio, que es similar, y la muestra de Rojo de Cadmio que es muy superior (Tabla 4).

Gamblin	Barniz	ΔE_{00}	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*
Amarillo Cadmio M. (G1)	Mate	3,81±0,06	-4,32±0,07	2,15±0,25	-4,18±0,09
	Brillante	4,33±0,15	-4,02±0,24	17,88±1,04	1,84±0,50
Rojo de Cadmio M. (G2)	Mate	2,46±0,15	-1,94±0,10	-4,26±0,42	-2,19±0,16
	Brillante	10,75±0,58	-6,96±0,24	18,56±0,98	13,99±0,82
Ocre Amarillo (G3)	Mate	2,58±0,18	-2,77±0,21	-0,58±0,27	-1,79±0,09
	Brillante	6,79±0,29	-6,74±0,24	13,84±0,62	1,49±0,20
Verde Óxido Cromo (G4)	Mate	3,03±0,35	-3,00±0,30	-1,53±0,83	-0,44±0,15
	Brillante	6,56±0,54	-6,24±0,24	4,29±0,54	-1,71±0,14
Azul de Cobalto (G5)	Mate	2,44±0,73	-1,98±1,27	-5,12±1,25	-1,73±1,06
	Brillante	6,95±0,19	-7,60±0,24	1,33±0,53	0,01±0,33
Sombra Tostada (G6)	Mate	6,53±0,67	-0,77±0,49	-10,27±1,12	-2,78±0,22
	Brillante	10,68±0,61	-14,66±0,24	3,08±1,17	3,56±0,79

Tabla 4. Variación cromática de las muestras de colores para reintegración Gamblin con la aplicación de barniz mate o brillante.

CONCLUSIONES

La aplicación de una capa de barniz mate o brillante sobre muestras de colores aglutinados con un medio acuoso (acuarela), marca *Winsor&Newton* o con resina aldehídica (Laropal A-81), marca *Gamblin*, produce una variación cromática perceptible por el observador. Esta variación es debida, fundamentalmente, a la variación de la claridad y/o del croma.

Tanto en el caso de los colores a la acuarela como en los colores para reintegración *Gamblin* el cambio cromático más elevado se produce cuando se aplica un barniz brillante. Asimismo, el cambio menos perceptible se genera cuando se aplica un barniz mate sobre las muestras realizadas con la técnica de acuarela.

El conjunto de los resultados obtenidos llevan a la conclusión de que, en general, una vez realizado el proceso de reintegración cromática de una obra pictórica con las técnicas consideradas, será conveniente realizar un reajuste de la igualación cromática tras la etapa de barnizado, ya que los valores cromáticos de las zonas reintegradas habrán variado significativamente tras la aplicación del barniz.

AGRADECIMIENTOS

Red de Laboratorios de Ciencia y Tecnología aplicadas a la Conservación del Patrimonio (RedLabPat), CEI, *Campus Moncloa* (UCM-UPM).

REFERENCIAS

- [1] C. Brandi, *Teoría de la Restauración*, Alianza Forma, Madrid, 74-75, (1993).
- [2] J. M. de la Roja, M. San Andrés, "Reintegración cromática de una laguna: efecto de la luminosidad en su percepción", *Opt. Pur. Apl.*, 37, (1), 131-134, (2004).
- [3] S. Bergeon, "Couleur et restauration", *Techne*, 4, 17-28, (1996).
- [4] R. Ellison, P. Smithen and R. Turnbull (Ed.), *Mixing and Matching. Approaches to Retouching Paintings*, Archetype, London, (2010).
- [5] A. Sánchez, A. S. Ledesma, S. Micó, "Evaluación de diferencias de color en tres materiales contemporáneos para la reintegración cromática de bienes culturales", *Opt. Pur. Apl.*, 43 (2), 141-151, (2010).
- [6] Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), *Colorimetry*, Publication CIE 15:2004 (CIE: Vienna, 2004).
- [7] G. M. Melgosa, M.M. Pérez, A. Yebra, R. Huertas, E. Hita, "Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color", *Opt. Pur. Apl.*, 34, 1-10 (2001).